

Construction procedure for constructing ball tracks on evenly running hinged hub, involves simultaneously and mechanically finishing tracks on hub

Patent number: DE10318408
Publication date: 2004-11-25
Inventor: CLEMM OLIVER (DE)
Applicant: VOLKSWAGENWERK AG (DE)
Classification:
- international: B23P23/00
- european: B23C3/30B; B23C3/32; B24B19/06
Application number: DE20031018408 20030423
Priority number(s): DE20031018408 20030423

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10318408

The construction procedure involves simultaneously and mechanically finishing the tracks (2) on a hub (3). The hub tracks are formed on the hub by cutting tools (8). The cutting tools are separated equally. An Independent claim is also included for an apparatus for constructing ball tracks at constant velocity joint hubs.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 103 18 408 A1 2004.11.25

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 18 408.2
(22) Anmeldetag: 23.04.2003
(43) Offenlegungstag: 25.11.2004

(51) Int Cl.⁷: B23P 23/00

(71) Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

(72) Erfinder:
Clemm, Oliver, 30161 Hannover, DE

(74) Vertreter:
Beck & Rössig - European Patent Attorneys, 81541
München

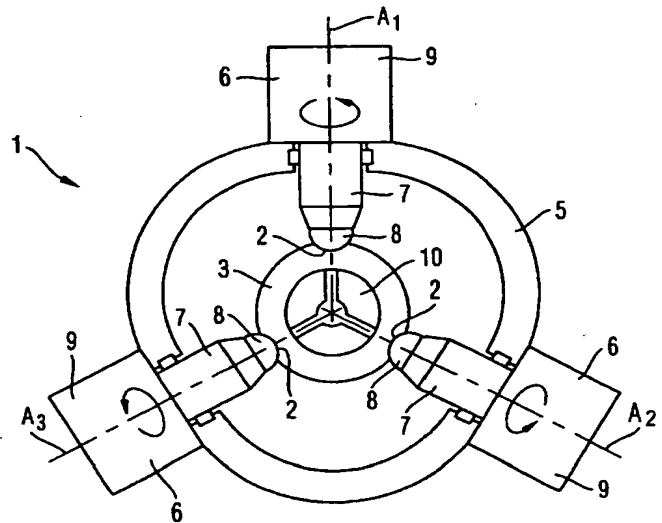
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu
ziehende Druckschriften:
DE 100 56 132 C2
DE 199 00 011 A1
DE 18 10 177 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von Kugellaufbahnen und Gleichlaufgelenknaben

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Herstellung von Kugellaufbahnen an Gleichlaufgelenknaben sind mehrere spanabhebende Schneidwerkzeuge (8) in vorzugsweise hälftiger Anzahl der herzustellenden Kugellaufbahnen (2) in Umfangsrichtung gleichbeabstandet um einen Bearbeitungsraum angerodnet. Die zu bearbeitende Nabe (3) wird translatorisch an den Schneidwerkzeugen (8) vorbeibewegt, wobei in einem Arbeitsgang, z. B. einem Hinweg, die halbe Anzahl der Laufbahnen (2) und nach einer Drehung der Nabe (3) in einem weiteren Arbeitsgang, z. B. auf einem Rückweg, die verbleibenden Laufbahnen (2) gleichzeitig spanabhebend gefertigt werden. Weiterhin wird eine für das Verfahren geeignete Vorrichtung angegeben. Das Verfahren ermöglicht eine erhebliche Verminderung der Fertigungszeit für Gleichlaufgelenknaben. Durch einen guten Kraftausgleich in Radialrichtung sowie die gleichzeitige spanende Herstellung mehrerer Kugellaufbahnen wird mit geringem Aufwand eine hohe Fertigungsgenauigkeit sowohl in bezug auf die Laufbahnen selbst als auch auf deren Ausrichtung untereinander erzielt. Ein weiterer Vorteil liegt in der sehr einfachen Steuerung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Kugellaufbahnen an Gleichlaufgelenknaben unter Verwendung spanabhebender Schneidwerkzeuge. Weiterhin bezieht sich die Erfindung auf eine hierzu geeignete Vorrichtung.

[0002] Die Erfindung steht in besonderem Zusammenhang mit Gelenken in VL-Bauart, die durch gekreuzte Kugellaufbahnen an der Nabe, d. h. am Innenteil des Gelenks und am Gelenkstück, d. h. am Gelenkaußenteil gekennzeichnet sind. Dabei sind an der Nabe wie auch am Gelenkstück in der Abwicklung jeweils gleiche Anzahlen links- und rechtssteigender Laufbahnen vorgesehen. Jedoch lassen sich das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren sowie die erfindungsgemäße Fertigungsverfahren auch zur Herstellung von Gleichlaufgelenkwellen mit nicht-gekreuzten Laufbahnen verwenden.

Stand der Technik

[0003] Diese Laufbahnen werden derzeit insbesondere bei VL-Gelenken sowohl an der Nabe als auch am Gelenkstück durch Formfräsen oder Räumen spanend hergestellt. Beim Formfräsen werden die einzelnen Laufbahnen nacheinander gefertigt, so daß sich für jede Bahn ein eigener Bearbeitungsschritt ergibt. Die Herstellung der Laufbahnen ist damit entsprechend zeitaufwendig. Zudem muß sehr genau gearbeitet werden, um Toleranzfehler zu vermeiden, da Abweichungen in der Teilung der Laufbahnen am Umfang später am zusammengebauten Gelenk Funktionsstörungen verursachen können. Bei Räum- und Läppverfahren werden hingegen meist zwei einander gegenüberliegende Bahnen gleichzeitig bearbeitet.

[0004] Ein Verfahren zur Fertigbearbeitung der Laufbahnen an einer Gleichlaufgelenknabe eines VL-Gelenks ist beispielsweise aus der DE 18 10 177 A bekannt. Bei diesem Verfahren werden zwei einander gegenüberliegende, scheibenförmige Schneidwerkzeuge mit einem großen Durchmesser verwendet, um an den Laufbahnen der Nabe in Laufbahnenmitte einwärts gekrümmte Vertiefungen zu läppen. Dementsprechend muß die Nabe stationär festgehalten werden, während die Schneidwerkzeuge radial einwärts in das Werkstück fahren. Die Drehachsen der Schneidwerkzeuge sind dabei quer zur Längsrichtung der Laufbahnen angeordnet.

[0005] Ein weiteres Verfahren zur Bearbeitung von Gleichlaufgelenknaben ist aus der DE 100 56 132 C2 bekannt. Auch hier wird die Nabe während der Fertigung stationär festgehalten, während sich ein scheibenförmiger Formfräser mit einer quer zur Laufbahn verlaufenden Drehachse entlang der jeweiligen Laufbahn abwälzt. Aufgrund der nach außen gerichteten

Krümmung der Laufbahnen und des großen Durchmessers des Formfräasers gestaltet sich die Aufspannung des Werkstücks schwierig. Die hierzu vorgesehene Halterung muß mit einer deren Querschnitt schwächenden Ausnehmung versehen werden, welche die Bearbeitung von jeweils nur einer Laufbahn mit dem Formfräser erlaubt. Wie oben bereits angedeutet, müssen mit Formfräsverfahren, wie in der DE 100 56 132 C2 vorgeschlagen, die Laufbahnen zeit- und aufwendig nacheinander bearbeitet werden.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, hier Abhilfe zu schaffen. Insbesondere beabsichtigt diese eine schnellere und effizientere Fertigung von Gleichlaufgelenknaben unter Verwendung spanender Schneidwerkzeuge.

[0007] Hierzu wird zunächst ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 vorgeschlagen, das sich insbesondere dadurch auszeichnet, daß mehrere spanabhebende Schneidwerkzeuge in vorzugsweise hälftiger Anzahl der herzustellenden Kugellaufbahnen in Umfangsrichtung gleichbeabstandet um einen Bearbeitungsraum angeordnet werden und die jeweils zu bearbeitende Nabe translatorisch an den Schneidwerkzeugen vorbeibewegt wird, wobei in einem Arbeitsgang mehrere Laufbahnen und in einem weiteren Arbeitsgang weitere Laufbahnen jeweils gleichzeitig spanabhebend gefertigt werden.

[0008] Dabei kann z.B. auf einem Hinweg die halbe Anzahl der Laufbahnen und nach einer Rotation der Nabe um ihre Bauteilachse auf einem Rückweg die verbleibende Anzahl der Laufbahnen gleichzeitig spanabhebend gefertigt werden.

[0009] Dies ermöglicht eine kostengünstige und zeitsparende Herstellung der Kugellaufbahnen durch eine gegenüber dem Stand der Technik erhöhte Zerspanungsleistung. Durch die gleichzeitige Bearbeitung und die gleichbeabstandete Anordnung der Schneidwerkzeuge wird zudem ein guter Kraftausgleich in Radialrichtung erhalten. Überdies ermöglicht das vorgeschlagene Verfahren eine einfache Maschinensteuerung. Aufgrund der gemeinsamen Bearbeitung werden Teilungsfehler gering gehalten.

[0010] Wird das Werkzeug allein translatorisch an den Schneidwerkzeugen vorbeigeführt, ergeben sich an der Nabe entsprechend parallel zu deren Längsachse ausgerichtete Kugellaufbahnen.

[0011] Durch eine zweimalige Ausführung des Verfahrens an einer Nabe können auch mehrere Laufbahngruppen gefertigt werden.

[0012] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der

Erfindung lässt sich das Verfahren vor allem für die Herstellung der Laufbahnen von Gelenken in VL-Bauart verwenden. In diesem Fall wird die Nabe während ihrer translatorischen Bewegung gleichzeitig um ihre Bewegungsachse gedreht. Dadurch entstehen an der Nabe spiralförmige Rillen. Die Steigung der Spiralrillen ist dabei vorzugsweise so gewählt, daß sich ähnliche Schrägungswinkel wie bei herkömmlichen VL-Gelenken ergeben, die in der Größenordnung von etwa 15 Grad liegen. Im Unterschied zu den erfindungsgemäß hergestellten Gleichlaufgelenknaben mit spiralförmigen Laufbahnen verlaufen die in herkömmlicher Art und Weise hergestellten Laufbahnen geradlinig unter einem Schrägungswinkel von z. B. 15 Grad zur Bauteillängsachse.

[0013] Abwechselnd links- und rechtssteigende Spiralen lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch erhalten, indem auf dem Rückweg die Drehrichtung des Hinwegs beibehalten wird. Bereits ausschließlich durch die umgekehrte translatorische Vorschubbewegung entstehen so jeweils abwechselnd entgegengerichtet geneigte Kugellaufbahnen, die unter ansonsten gleichen Verhältnissen betragsgleiche Steigungen aufweisen. Diese Vorgehensweise besitzt aufgrund ihres einfachen Bewegungsablaufs den Vorteil einer hohen Zeiteffizienz.

[0014] Weiterhin kann die Umschaltzeit der Axialbewegung zwischen dem Hinweg und dem Rückweg dazu genutzt werden, um nach dem Hinweg und vor Beginn des Rückwegs eine Drehung der Nabe um den Teilungswinkel der Laufbahnen oder ein ganzzahliges Vielfaches davon vorzunehmen.

[0015] Vorzugsweise wird der Drehwinkel zwischen Schneidende und erneutem Schneidbeginn durch Unterbrechung der translatorischen Bewegung bei Aufrechterhaltung der Drehbewegung eingestellt. Durch die kontinuierliche Drehvorschubbewegung werden Beschleunigungs- und Abbremsvorgänge vermieden, die sich ansonsten ungünstig auf die Genauigkeit der Teilung auswirken könnten.

[0016] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden drei Schneidwerkzeuge vorgesehen, die unter einen Winkel von 120 Grad zueinander angeordnet sind. Bei größeren Anzahlen von Kugellaufbahnen können auch mehr Schneidwerkzeuge, nämlich beispielsweise vier Schneidwerkzeuge eingesetzt werden.

[0017] Vorzugsweise werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Laufbahnen in einem Durchgang gleichzeitig hergestellt und fertigbearbeitet, wodurch gegenüber herkömmlichen Verfahren, bei denen das Fräsen jeder einzelnen Kugellaufbahn durch mehrere Bearbeitungsvorgänge erfolgt, ein erheblicher Zeitgewinn erzielt wird.

[0018] Es ist jedoch auch möglich, mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bereits angelegte, zum Beispiel vorgeschmiedete Laufbahnen fertigzubearbeiten.

[0019] Prinzipiell ist es möglich, die Laufbahnen durch spanabhebende Verfahren wie Drehen, Schleifen oder Läppen herzustellen oder feinzubearbeiten. In einer vorteilhaften Verfahrensausgestaltung können diese jedoch mit den Schneidwerkzeugen gefräst werden. Die Drehachsen der Schneidwerkzeuge befinden sich während der Bearbeitung bevorzugt in radialer Anordnung zu der Nabe.

[0020] Die obengenannte Aufgabe wird weiterhin durch eine Vorrichtung zur Herstellung von Kugellaufbahnen an Gleichlaufgelenknaben gelöst, die im folgenden umfaßt: mehrere spanabhebende Schneidwerkzeuge, die in vorzugsweise hälftiger Anzahl der herzustellenden Kugellaufbahnen in Umfangsrichtung gleichbeabstandet um einen Bearbeitungsraum angeordnet sind, eine Einspannvorrichtung für die Nabe, und eine Vorschubeinrichtung, die mit der Einspannvorrichtung wirkverbunden ist und in bezug auf den Bearbeitungsraum einen Axialvorschub und einen Drehvorschub aufweist.

[0021] Damit läßt sich das oben erläuterte Verfahren in vorteilhafter Weise durchführen. Eine gezielte Abstimmung des Axialvorschubs und des Drehvorschubs erlaubt die Einstellung der Steigung an spiralförmigen Kugellaufbahnen. Zu diesem Zweck kann eine Steuereinrichtung zur Vorgabe des Axialvorschubs und des Drehvorschubs vorgesehen werden, die derart konfiguriert ist, um während einer Bearbeitung einer Nabe beide Vorschubbewegungen miteinander zu koppeln.

[0022] Im Verbund mit einer Axialbewegbarkeit der Schneidwerkzeuge ist bei entsprechender Ansteuerung auch die Herstellung geradliniger Kugellaufbahnen unter einem festen Schrägungswinkel zur Bauteilachse möglich.

[0023] Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind drei spanabhebende Schneidwerkzeuge vorgesehen, deren Drehachsen in einer gemeinsamen Ebene liegen und radial zu dem Bearbeitungsraum verlaufen. Hierdurch läßt sich ein guter radialer Kraftausgleich am Werkstück gewährleisten und die Aufnahme der Gegenkräfte in einen Maschinenrahmen günstig gestalten. So ist beispielsweise eine die einzelnen Schneidwerkzeuge tragende Rahmenkonstruktion denkbar, welche den Bearbeitungsraum ringartig umgibt und damit eine hohe Steifigkeit aufweist, welche sich günstig auf die Fertigungsgenauigkeit auswirkt. Zudem kann die Werkstückaufnahme schwächer gestaltet werden, da sich die Bearbeitungskräfte im wesentlichen gegenseitig aufheben.

[0024] Wie bereits oben erläutert, sind bei herkömmlichen VL-Gelenken die Kugellaufbahnen geradlinig in einem bestimmten Steigungswinkel zur Bauteillängsachse ausgebildet. Durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellte Kugellaufbahnen sind hingegen in bezug auf die Bauteillängsachse in der Art einer Spirale gekrümmt. Damit ergeben sich modifizierte Gleichlaufgelenke.

Ausführungsbeispiel

[0025] Nachfolgend wird die Erfindung nun anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Zeichnung zeigt in:

[0026] Fig. 1 eine schematische Schnittansicht durch die Bearbeitungsebene für ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur gleichzeitigen Herstellung von Kugellaufbahnen an einer Gleichlaufgelenkabe,

[0027] Fig. 2 eine schematische Seitenansicht der Vorrichtung aus Fig. 1,

[0028] Fig. 3 eine Detailansicht zur Veranschaulichung der Anstellung eines Schneidwerkzeugs,

[0029] Fig. 4 eine Detailansicht in Richtung A-A in Fig. 4 zur Veranschaulichung eines Schrägungswinkels des Schneidwerkzeugs, und in

[0030] Fig. 5 eine Detailansicht in Richtung B-B in Fig. 4.

[0031] Das Ausführungsbeispiel zeigt in den Fig. 1 und 2 eine Vorrichtung 1, mit der mehrere Kugellaufbahnen 2 an Gleichlaufgelenknaben 3 gleichzeitig hergestellt werden können. Nachfolgend wird das mit der Vorrichtung 1 durchführbare Herstellungsverfahren anhand einer Nabe 3 für ein Gelenk in VL-Bauart mit gekreuzten Laufbahnen erläutert, ohne daß hiermit jedoch eine Beschränkung auf solche Laufbahnkonfigurationen verbunden wäre. Vielmehr kann die Vorrichtung 1 auch zur Herstellung von Kugellaufbahnen dienen, die parallel zur Bauteilachse einer Gleichlaufgelenkabe 3 verlaufen.

[0032] Wie insbesondere Fig. 2 zeigt, weist die Vorrichtung 1 einen ringartigen Maschinenrahmen 5 auf, an dem mehrere Zerspaneinheiten 6 sternförmig in einer Zerspanungsebene angeordnet sind. Jede Zerspaneinheit 6 umfaßt eine Spindel 7 mit einem spanabhebenden Schneidwerkzeug 8 in Form eines Fräskopfs sowie einen Antriebsmotor 9. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind insgesamt drei Schneidwerkzeuge 8 vorgesehen, deren Drehachsen A_1 , A_2 und A_3 jeweils um 120 Grad beabstandet in einer gemeinsamen Ebene liegen und radial zu einem Bearbeitungsraum im Zentrum des Maschinenrahmens 5 verlaufen.

[0033] Die Anzahl der Zerspaneinheiten 6 orientiert sich an der Anzahl der an einer Nabe 3 herzustellenden Kugellaufbahnen 2. Im Hinblick auf eine effiziente Fertigung werden vorzugsweise genau halb so viele Zerspaneinheiten 6 wie Kugellaufbahnen 2 vorgesehen. So lassen sich mit einer Fertigungsvorrichtung 1 mit insgesamt vier jeweils um 90 Grad versetzt angeordneten Zerspaneinheiten 6 Gleichlaufgelenknaben 3 mit acht Kugellaufbahnen 2 herstellen.

[0034] Die Vorrichtung 1 umfaßt weiterhin eine zentrale Einspannvorrichtung 10 für die Nabe 3 sowie eine Vorschubeinrichtung 11, die mit der Einspannvorrichtung 10 wirkverbunden ist und in bezug auf den Bearbeitungsraum einen Axialvorschub (vgl. Doppelpfeil a) in Richtung der Bauteilachse B und einen Drehvorschub (vgl. Pfeil b) um die Bauteilachse B aufweist. Zudem ist eine Steuereinrichtung 12 zur Ansteuerung des Axialvorschubs a und des Drehvorschubs b vorgesehen, welche derart konfiguriert ist, um während einer Bearbeitung einer Nabe 3 beide Vorschubbewegungen a und b miteinander zu koppeln.

[0035] Durch eine gezielte Abstimmung der Vorschubbewegungen a und b lassen sich an dem Außenumfang der Nabe 3 mehrere, zur Bauteilachse B spiralförmig gekrümmte Kugellaufbahnen 2 gleichzeitig herstellen, wobei das Verhältnis a/b die Steigung der Spiralen vorgibt.

[0036] Zusätzlich kann eine axiale Zustellung an den Spindeln 7 der Zerspaneinheiten 6 vorgesehen sein, welche es ermöglicht, eine Konturierung des Nutgrundes der Kugellaufbahnen 2 in bezug auf die Bauteilachse B vorzunehmen. Über eine gezielte Ansteuerung der axialen Zustellung der Spindeln 7, die beispielsweise über die Steuereinrichtung 12 erfolgt, ist es überdies möglich, mehrere geradlinige Kugellaufbahnen mit einem Schrägungswinkel zur Bauteilachse B gleichzeitig herzustellen.

[0037] Durch die vorstehend erläuterte, punktsymmetrische Anordnung der Zerspaneinheiten 6 ist ein Kraftausgleich in radialer Richtung stets gewährleistet. Hieraus resultieren geringe Verformungen zwischen der Herstellungsvorrichtung 1 und dem zu bearbeitenden Werkstück, woraus wiederum eine hohe Maßgenauigkeit der Kugellaufbahnen 2 folgt. Durch eine genaue Ausrichtung der Spindeln 7 zueinander werden überdies Teilungsfehler vermieden. Als Nebeneffekt des Kraftausgleichs kann die zentrale Einspannvorrichtung 10 verhältnismäßig leicht ausgeführt werden.

[0038] Bei der Herstellung der Kugellaufbahnen 2 bleiben die Zerspaneinheiten 6 bzw. deren Schneidwerkzeuge 8, abgesehen von einer etwaigen axialen Zustellung in Richtung der radialen Spindelachsen A_1 , A_2 und A_3 , stationär. Die zu bearbeitende Nabe 3

wird mittels der Vorschubeinrichtung 11 translatorisch an den Schneidwerkzeugen 8 vorbeibewegt, die hierbei mit der Nabe 3 in Eingriff gelangen. Dabei wird auf einem Hinweg der Translationsbewegung zunächst die halbe Anzahl der Laufbahnen 2 gefräst. Bei einer gleichzeitigen Drehung der Nabe 3 um ihre Bauteilachse B entstehen dabei spiralförmige gekrümmte Laufbahnen 2, die alle die gleiche Steigung aufweisen.

[0039] Anschließend wird die Translationsbewegung a in ihrer Richtung umgekehrt, so daß nach einer zwischenzeitlichen Rotation der Nabe 3 zwecks Einstellung der korrekten Teilung auf einem Rückweg die verbleibenden Laufbahnen 2 spanabhebend geschnitten werden. Da auf dem Rückweg die Drehrichtung des Hinwegs beibehalten wird, entstehen ebenfalls spiralförmig gekrümmte Laufbahnen 2 mit umgekehrter, jedoch betragsmäßig gleicher Steigung.

[0040] Die so hergestellte Gleichlaufgelenknabe 3 weist als Kugellaufbahnen 2 folglich Spiralrillen auf, die in Umlaufrichtung abwechselnd linkssteigend und rechtssteigend angeordnet sind. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht damit eine vorteilhafte Herstellung von Gleichlaufgelenken mit gekreuzten, spiralförmig gekrümmte Kugellaufbahnen.

[0041] Bei der Umschaltung zwischen dem Hinweg und dem Rückweg kann zwischen dem Schneidende und dem erneuten Schneidbeginn eine Drehung der Nabe um den Teilungswinkel der Laufbahnen oder auch eine Weiterdrehung um ein ganzzahliges Vielfaches davon vorgenommen werden. Vorzugsweise wird dabei so vorgegangen, daß die Umkehrung der translatorischen Bewegung a bei Aufrechterhaltung der Drehbewegung b erfolgt. Dadurch wird ein Abbremsen und erneutes Beschleunigen der Einspanneinrichtung und des Werkstücks vermieden und damit der Steuerungsaufwand gering gehalten. Zudem wird eine zusätzliche Störungsquelle für Lagefehler ausgeschaltet.

[0042] Mit dem vorstehend erläuterten Verfahren können sämtliche Laufbahnen 2 an einer Gleichlaufgelenknabe 3 in einem Durchgang bestehend aus einem Hinweg und einem Rückweg gleichzeitig hergestellt und fertigtbearbeitet werden. Gegenüber herkömmlichen Verfahren, bei denen jede Laufbahn 2 einzeln und in mehreren Bearbeitungsschritten gefertigt wird, ergibt sich ein ohne weiteres erkennbarer Zeitvorteil. Im Falle von sechs Laufbahnen 2 je Gleichlaufgelenknabe 3 liegt dieser in der Größenordnung von 66 Prozent, und zwar selbst dann, wenn in Abhängigkeit des Zerspanungsvolumens die Laufbahnen 2 eventuell in mehreren Schritten gefräst werden. Die Zustellung in Richtung der Achsen der Spindeln 7 erfolgt dabei vorzugsweise während die Schneidwerkzeuge 8 nicht in Eingriff sind.

[0043] Es ist jedoch auch möglich, das beschriebene Verfahren dazu einzusetzen, um bereits angelegte, beispielsweise vorgeschmiedete Laufbahnen 2 fertigzubearbeiten.

[0044] Im Falle einer Fertigbearbeitung kommen, wie oben bereits beschrieben, als Schneidwerkzeuge 8 geeignet konturierte Fräsköpfe zum Einsatz. Es ist jedoch auch möglich, die Laufbahnen 2 zu schleifen oder im Falle von bereits angelegten Laufbahnen 2 zu läppen.

[0045] Bevorzugt werden die Drehachsen A1, A2 und A3 der Schneidwerkzeuge 8 bzw. Fräser nicht in einer Ebene senkrecht zur Bauteilachse B der Nabe 3, sondern unter einem Anstellwinkel α angeordnet, wie dies in Fig. 3 dargestellt ist. Dieser Winkel liegt in der Größenordnung von 20°. Hierbei ist erforderlich, die Drehachsen A₁, A₂ und A₃ zusätzlich um den Schrägungswinkel β der Laufbahnen 2, den diese mit der Bauteilachse B einschließen, zu neigen, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

[0046] Bei der Fertigung der zweiten Hälfte der Laufbahnen 2 muß die Schrägung denselben Winkel β mit umgekehrtem Vorzeichen aufweisen. Dies entfällt lediglich bei einem senkrechten Fräser ($\alpha = 90^\circ$).

[0047] In einer Abwandlung ist es auch denkbar, alle Laufbahnen "im Vorwärtsgang" zu fertigen, also lediglich bei einer Bewegung des Werkstücks 3 in positive a-Richtung. In diesem Fall wird nach der Fertigung der ersten Hälfte der Laufbahnen 2 das Werkstück 3 in den Ausgangszustand zurückgefahren. Dies gilt entsprechend auch für die Schneidwerkzeuge B. Bei angestellten Schneidwerkzeugen 8 ist dann allerdings auch der Schrägungswinkel β zu ändern, nämlich von z. B. 15° Grad zu -15° Grad.

[0048] Das vorstehend anhand einer Vorrichtung 1 und seiner verfahrenstechnischen Merkmale erläuterte Maschinenkonzept ermöglicht eine erhebliche Verminderung der Fertigungszeit für Gleichlaufgelenknaben.

[0049] Durch einen guten Kraftausgleich in Radialrichtung sowie die gleichzeitige spanende Herstellung mehrerer Kugellaufbahnen wird mit geringem Aufwand eine hohe Fertigungsgenauigkeit sowohl in bezug auf die Laufbahnen selbst als auch auf deren Ausrichtung untereinander erzielt.

[0050] Ein weiterer Vorteil liegt in der sehr einfachen Steuerung.

[0051] Die Erfindung ist jedoch nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern umfaßt vielmehr alle in den Patentansprüchen angegebenen Lösungen.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zur Herstellung von Kugellaufbahnen an Gleichlaufgelenknaben
2	Kugellaufbahn
3	Gleichlaufgelenknabe
5	Maschinenrahmen
6	Zerspaneinheit
7	Spindel
8	Schneidwerkzeug
9	Antriebsmotor
10	Einspannvorrichtung
11	Vorschubvorrichtung
12	Steuereinrichtung
a	Axialvorschub
b	Drehvorschub
A ₁	Drehachse
A ₂	Drehachse
A ₃	Drehachse
B	Bauteilachse
α	Anstellwinkel
β	Schrägungswinkel

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kugellaufbahnen an Gleichlaufgelenknaben, bei dem mehrere spanabhebende Schneidwerkzeuge (8) in vorzugsweise hälftiger Anzahl der herzustellenden Kugellaufbahnen (2) in Umfangsrichtung gleichbeabstandet um einen Bearbeitungsraum angeordnet werden und die zu bearbeitende Nabe (3) translatorisch an den Schneidwerkzeugen (8) vorbeibewegt wird, wobei in einem Arbeitsgang mehrere Laufbahnen (2) und in einem weiteren Arbeitsgang weitere Laufbahnen (2) jeweils gleichzeitig spanabhebend gefertigt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe (3) während ihrer translatorischen Bewegung gleichzeitig um ihre Bewegungsachse gedreht wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß wobei auf einem Hinweg die halbe Anzahl der Laufbahnen (2) und nach einer Drehung der Nabe (3) auf einem Rückweg die verbleibenden Laufbahnen (2) gleichzeitig spanabhebend gefertigt werden und auf dem Rückweg die Drehrichtung des Hinwegs beibehalten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehwinkel zwischen Schneidende und erneutem Schneidbeginn durch Unterbrechung der translatorischen Bewegung bei Aufrechterhaltung der Drehbewegung eingestellt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach einem Hinweg und vor Beginn des Rückwegs eine Drehung der Nabe (3) um den Teilungswinkel der Laufbahnen (2)

oder ein ganzzahliges Vielfaches davon vorgenommen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß drei Schneidwerkzeuge (8) vorgesehen sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufbahnen (2) in einem Durchgang gleichzeitig hergestellt und fertigbearbeitet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß vorgeschmiedete Laufbahnen (2) fertigbearbeitet werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Laufbahnen (2) gefräst werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachsen (A₁, A₂, A₃) der Schneidwerkzeuge (8) während der Bearbeitung radial zu der Nabe (2) verlaufen.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachsen (A₁, A₂, A₃) der Schneidwerkzeuge (8) während der Bearbeitung nicht in einer Ebene senkrecht zur Bauteilachse (B) der Nabe (3), sondern unter einem Anstellwinkel (α) kleiner 90° angeordnet sind und zusätzlich um den Schrägungswinkel (β) der Laufbahnen (2) geneigt sind.

12. Vorrichtung zur Herstellung von Kugellaufbahnen an Gleichlaufgelenknaben, umfassend:
– mehrere spanabhebende Schneidwerkzeuge (8), die in vorzugsweise hälftiger Anzahl der herzustellenden Kugellaufbahnen (2) in Umfangsrichtung gleichbeabstandet um einen Bearbeitungsraum angeordnet sind,
– eine Einspannvorrichtung (10) für die Nabe (3), und
– eine Vorschubeinrichtung (11), die mit der Einspannvorrichtung (10) wirkverbunden ist und in bezug auf den Bearbeitungsraum einen Axialvorschub (a) und einen Drehvorschub (b) aufweist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung (12) zur Ansteuerung des Axialvorschubs (a) und des Drehvorschubs (b) vorgesehen und derart konfiguriert ist, um während einer Bearbeitung einer Nabe (3) beide Vorschubbewegungen (a, b) miteinander zu koppeln.

14. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß drei spanabhebende Schneidwerkzeuge (8) vorgesehen sind, deren Drehachsen (A₁, A₂, A₃) in einer gemeinsamen Ebene liegen und radial zu dem Bearbeitungsraum verlaufen.

15. Vorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachsen (A_1 , A_2 , A_3) der Schneidwerkzeuge (8) während der Bearbeitung nicht in einer Ebene senkrecht zur Bauteilachse (B) der Nabe (3), sondern unter einem Anstellwinkel (α) kleiner 90° angeordnet sind und zusätzlich um den Schrägungswinkel (β) der Laufbahnen (2) geneigt sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

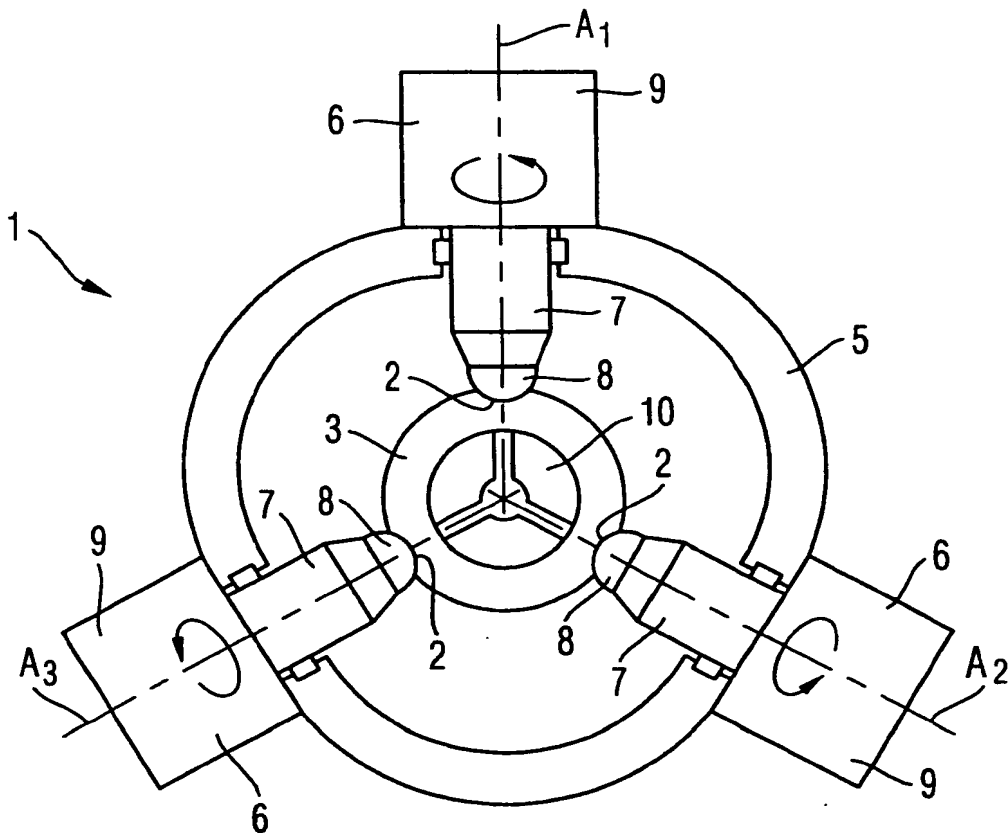


Fig. 1

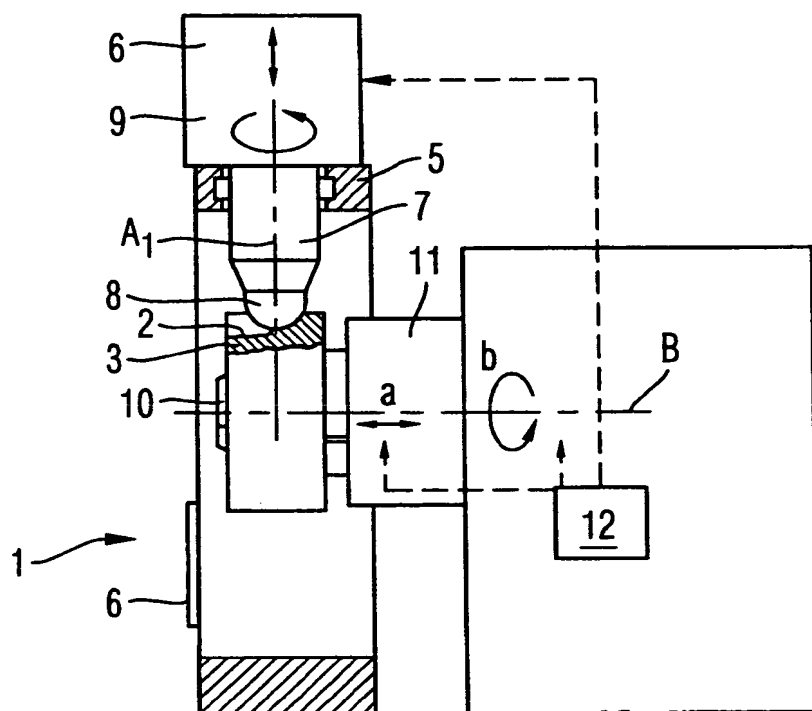


Fig. 2

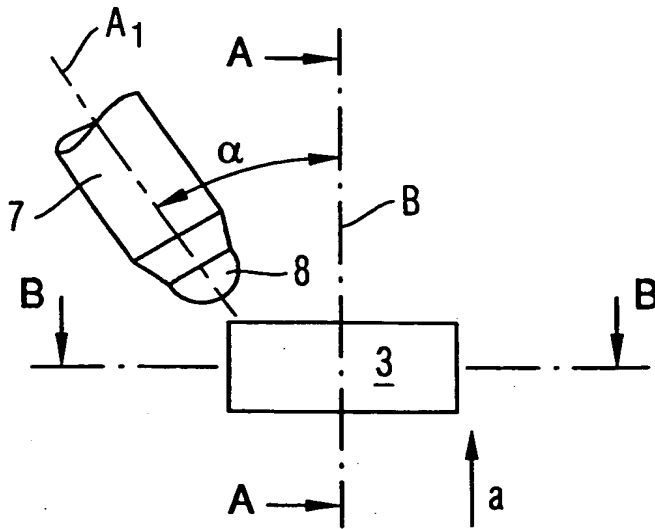


Fig. 3

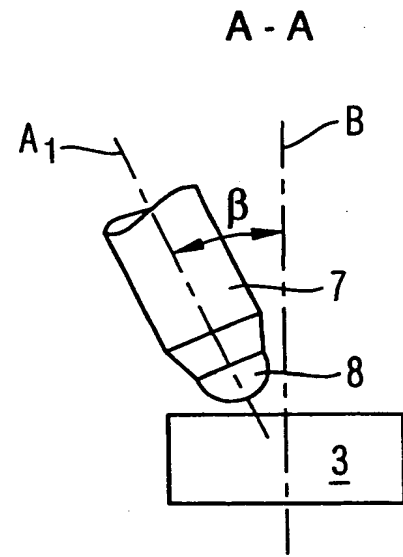


Fig. 4

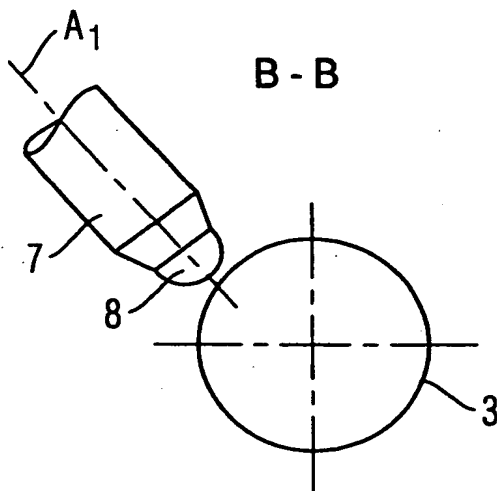


Fig. 5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)